

## **Pengaruh Perkembangan Umur Buah Beberapa Klon Kakao Terhadap Keragaan Sifat Ketahanan Hama Penggerek Buah Kakao**

### ***The Effect of Pod Age Development of Some Cocoa Clones to the Expression of Pod Characteristics Related to Cocoa Pod Borer (CPB) Resistance***

Agung Wahyu Susilo<sup>1)</sup>, Woerjono Mangoendidjojo<sup>2)</sup>, Witjaksono<sup>2)</sup>,  
dan Surip Mawardi<sup>1)</sup>

#### **Ringkasan**

Tulisan ini melaporkan pengaruh perkembangan umur buah terhadap ekspresi karakteristik sifat-sifat fisik dan kimiawi jaringan kulit buah kakao yang berperan dalam ketahanan hama penggerek buah kakao (PBK). Bahan percobaan adalah empat klon kakao yang telah diketahui karakteristik respons ketahanannya terhadap PBK, yaitu KW 514 (tahan), ARDACIAR 10 (tahan), KW 411 (moderat tahan), dan RCC 72 (rentan). Sampel buah per klon diambil dari tiga tanaman berbeda pada kondisi umur 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; dan 5,0 bulan. Setiap sampel buah diambil 3 titik jaringan di bagian tengah buah kemudian dianalisis kepadatan jaringan trikoma pada permukaan kulit buah, jumlah granula tanin yang terdistribusi pada jaringan mesokarp, dan lignifikasi lapisan sklerotik buah berdasarkan metode mikrokimia secara mikroskopik. Hasil percobaan menunjukkan bahwa perkembangan umur buah berpengaruh nyata terhadap jumlah granula tanin, dan secara kualitatif dapat dideskripsikan pengaruhnya terhadap intensitas lignifikasi lapisan sklerotik. KW 514 dan KW 411 menunjukkan jumlah granula tanin yang tertinggi, yaitu 1,13 dan 1,11 per mm<sup>2</sup> dan keragaannya menunjukkan pola penurunan secara linier. Penurunan tersebut secara nyata terjadi saat umur buah 3,5–4,0 bulan. Secara umum terdapat kecenderungan penurunan secara linier tingkat kepadatan trikoma seiring perkembangan umur buah. KW 411 menunjukkan tingkat kepadatan trikoma yang tertinggi, yaitu 7,14 per mm dan ekspresi maksimal terjadi saat umur buah 3,0 bulan. ARDACIAR 10 menunjukkan lignifikasi lapisan sklerotik lebih awal dan intensitas lignifikasi yang lebih tinggi dibandingkan KW 411 dan RCC 72. Berdasarkan hasil percobaan ini dapat diketahui bahwa ekspresi maksimal sifat-sifat ketahanan PBK terjadi saat kondisi umur buah 3,0–4,0 bulan.

#### **Summary**

*This paper reports the effect of cocoa pod development on the performance of pod characteristics which affects to Cocoa Pod Borer resistance. Four cocoa clones performing different response to CPB infestation, namely KW 514*

---

1) Peneliti (*Researcher*); Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jl. PB. Sudirman No. 90, Jember, Indonesia.

2) Dosen (*Lecturer*); Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia.

(resistance), ARDACIAR 10 (resistance), KW 411 (moderate resistance) and RCC 72 (susceptible) were tested. Pod samples of the clones were harvested in three different plants referring to pod age of 3.0; 3.5; 4.0; 4.5; and 5.0 month. Each pod was seized on the tissue at three different points of middle pod for analysis of trichome density, number of the distributed granule of tannin in mesocarp and lignification at sclerotic layer using microchemical technique in microscopic assessment. The pod development significantly affected the expression of tannin granule and it was described qualitatively of the effect to intensity of lignification at sclerotic layer. KW 514 and KW 411 performed the highest number of tannin granule, namely 1.13 and 1.11 per mm<sup>2</sup> and the performance decreased linearly during pod development. The significant decrease was expressed at 3.5–4.0 month of pod age. It was identified a trend of linear decrease for trichome density and KW 411 performed the highest density of the trichome, namely 7.14 each mm which was expressed maximally at 3.0 month of pod age. The sclerotic layer of ARDACIAR 10 was lignified earlier and the tissue show more compact than KW 411 and RCC 72. This result indicated that the optimal expression of CPB resistance was performed at the pod age of 3.0–4.0 month.

**Key words:** *Theobroma cocoa* L., pod development, resistant characteristics, cocoa pod borer.

## PENDAHULUAN

Penentuan kriteria seleksi sifat ketahanan hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snell., PBK) telah diawali melalui identifikasi karakteristik jaringan kulit buah kakao yang terkait dengan respons ketahanan PBK (Susilo *et al.*, 2007). Karakteristik kulit buah yang teridentifikasi berhubungan dengan ketahanan PBK tersebut adalah tingkat kepadatan jaringan trikoma pada permukaan kulit buah, jumlah granula tanin yang terdistribusi pada lapisan mesokarp buah, dan lignifikasi jaringan sklerotik buah. Keragaan sifat-sifat tersebut dilaporkan berbeda antara sampel buah tua dan sampel buah muda sehingga perkembangan umur buah dianggap berpengaruh terhadap keragaan karakteristik sifat-sifat buah tersebut. Sartika (2008) melaporkan adanya perbedaan tingkat preferensi peletakan telur PBK dan tingkat mortalitas larva

PBK pada berbagai kondisi umur buah dan macam klon kakao. Demikian juga dilaporkan bahwa infestasi PBK mulai terjadi ketika buah berumur 3 bulan (Azhar, 2000) dan infestasi PBK jarang ditemukan pada buah masak atau pun buah yang masih terlalu muda (Day, 1986). Hal ini menunjukkan bahwa fenologi perkembangan umur buah kakao berpengaruh terhadap ketahanan PBK.

Eksresi ketahanan tanaman terhadap organisme pengganggu terpengaruh oleh kondisi fenologi tanaman. Fenologi buah kopi (*Coffea* spp.) dalam hal bentuk, intensitas warna, dan aroma biji dilaporkan berpengaruh terhadap ekspresi ketahanan hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei* Ferr.). Proses penemuan inang buah kopi oleh kumbang *Hypothenemus hampei* dipengaruhi oleh warna dan aroma

biji yang terekspresi setelah buah masak (Giordanengo *et al.*, 1993), dan kumbang *H. hampei* lebih menyukai buah-buah kopi berukuran kecil (Friederichs, 1924 *cit.* Damon, 2000) dan berdiskus lebar (Ticheler, 1961 *cit.* Damon, 2000). Ekspresi ketahanan kacang gude (*Vigna unguiculata*) terhadap penggerek polong (*Maruca vitrata*) juga dipengaruhi oleh perkembangan umur tanaman (Dabrowski *et al.*, 1983 *cit.* Sharma, 1988). Karakterisasi fenologi buah kakao berdasarkan perkembangan umur buah dilakukan untuk mengetahui saat ekspresi maksimal karakteristik sifat ketahanan PBK yang diperlukan dalam proses seleksi.

Karakteristik fenologi buah kakao dalam ketahanan PBK belum banyak terungkap dalam hasil-hasil penelitian. Tulisan ini memaparkan hasil penelitian pengaruh perkembangan umur buah terhadap keragaan karakteristik sifat ketahanan PBK sebagaimana yang telah dilaporkan dalam publikasi sebelumnya (Susilo *et al.*, 2007). Bahasan hasil penelitian akan dikaitkan dengan laporan Sartika (2008) mengenai tingkat preferensi peletakan telur dan mortalitas larva PBK pada berbagai stadia umur buah dan jenis klon. Informasi ini diharapkan dapat mengungkap sebagian fenologi buah yang terkait dengan sifat ketahanan PBK.

## BAHAN DAN METODE

Bahan percobaan adalah buah kakao yang berasal dari empat klon, yaitu KW 514 (tahan), ARDACIAR 10 (tahan), KW 411 (moderat tahan), dan RCC 72 (rentan)

dengan karakteristik sifat ketahanan PBK seperti yang disebutkan Susilo *et al.* (2007). Klon-klon tersebut ditanam di KP Kaliwining, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia (45 m.dpl., tipe iklim D menurut Schmidt & Ferguson). Perlakuan adalah kombinasi antara jenis klon tersebut dengan umur buah, yaitu 3,0 bulan; 3,5 bulan, 4,0 bulan; 4,5 bulan; dan 5,0 bulan. Penentuan umur buah tersebut dimulai saat terjadi fertilisasi melalui proses persilangan buatan. Sumber polen untuk penyerbukan diambil dari klon KEE 2 yang memiliki kemampuan menyerbuk silang secara umum.

Sampel buah perlakuan diambil dari tiga tanaman yang berbeda sebagai ulangan. Sampel buah kemudian dibawa ke laboratorium untuk proses analisis karakteristik buah berdasarkan metode mikrokimia yang dilaporkan Susilo *et al.* (2007). Percobaan dilaksanakan di Laboratorium Genetika, Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Setiap sampel buah diambil tiga titik jaringan di bagian alur primer untuk pembuatan preparat irisan melintang menggunakan mikrotom tipe *sliding*. Setelah proses perlakuan kimiawi kemudian dilakukan pengamatan mikroskopik pada perbesaran 4 x 10 dan dilakukan pemotretan untuk membantu proses pengamatan. Peubah pengamatan adalah jumlah trikoma per mm pada alur permukaan kulit buah, jumlah granula tanin yang terdistribusi per mm<sup>2</sup> satuan luas lapisan mesokarp, dan lignifikasi lapisan sklerotik berdasarkan ketebalan alur primer dan bagian antara alur primer, dan secara kualitatif dilakukan analisis deskriptif tingkat lignifikasi.

Data kuantitatif kemudian dilakukan analisis ragam dan perbedaan nilai tengah antarperlakuan berdasarkan uji beda nyata terkecil pada  $\alpha = 5\%$ . Analisis pengaruh umur buah juga dilakukan melalui bantuan grafik tipe garis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelumnya telah dilaporkan bahwa terdapat perbedaan karakteristik buah antar-klon kakao yang menunjukkan perbedaan respons ketahanan PBK (Susilo *et al.*, 2007). Klon-klon yang menunjukkan jumlah lubang masuk larva relatif rendah memiliki tingkat kepadatan jaringan trikoma dan jumlah granula tanin relatif tinggi. Berdasarkan keragaan kedua karakteristik tersebut kemudian diduga bahwa trikoma berperan dalam mekanisme *antixenosis* melalui penghambatan proses peletakan telur sedangkan granula tanin berperan dalam mekanisme antibiosis pada lapisan mesokarp.

Perbedaan lignifikasi lapisan sklerotik buah juga dilaporkan berbeda antara klon tahan dengan klon moderat tahan dan klon rentan. Klon-klon yang bersifat tahan PBK menunjukkan tingkat lignifikasi lapisan sklerotik yang lebih intensif dan ketebalan di bagian alur primer yang lebih tinggi dibandingkan klon moderat tahan dan klon rentan. Tulisan ini melaporkan hasil percobaan mengenai pengaruh perkembangan umur buah terhadap keragaan karakteristik sifat-sifat buah tersebut dengan menggunakan jenis klon yang sama.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa macam klon berpengaruh nyata terhadap jumlah granula tanin dan ketebalan lapisan sklerotik pada alur primer, sedangkan umur buah hanya berpengaruh nyata terhadap jumlah granula tanin, dan terdapat pengaruh interaksi terhadap jumlah granula tanin tersebut (Tabel 1). Secara kualitatif dapat dideskripsikan bahwa umur buah berpengaruh nyata terhadap intensitas lignifikasi

Tabel 1. Kuadrat tengah pengaruh klon dan umur buah terhadap kepadatan jaringan trikoma, jumlah granula tanin, ketebalan lapisan sklerotik pada alur primer dan bagian antara alur primer

Table 1. Mean square of the effect of cocoa clone and pod age on the performance of trichome density, number of the granule of tannin, thickness of sclerotic layer (SCL) at primary furrow (PF) and at the node between PF

Sumber keragaman <i>Sources of variation</i>	Derajat bebas <i>Degree of freedom</i>	Jumlah trikoma, mm <i>Number of trichome, mm</i>	Jumlah granula tanin, mm <sup>2</sup> <i>Number of the granule of tannin, mm<sup>2</sup></i>	Ketebalan lapisan sklerotik pada alur primer, mm <i>Thickness of SCL at PF, mm</i>	Ketebalan lapisan sklerotik pada ruas antara alur primer, mm <i>Thickness of SCL at the node between PF, mm</i>
Klon ( <i>Clones</i> )	3	17.26 ns	1.95 *	1.95*	0.027 ns
Umur buah ( <i>Pod age</i> )	4	12.80 ns	0.32 *	0.05 ns	0.002 ns
Interaksi ( <i>Interaction</i> )	12	4.71 ns	0.10 *	0.14 ns	0.005 ns
KK ( <i>CV</i> )**		25.86	15.38	32.63	13.04

Keterangan (*note*): uji F hitung nyata<sup>1)</sup> dan tidak nyata<sup>ns)</sup> pada  $\alpha = 5\%$  (*Fisher test indicate significant different<sup>1)</sup> and not significant different<sup>ns)</sup> at  $\alpha = 5\%$ ), \*\* KK = koefisien keragaman (*coefficient of variation*).*

lapisan sklerotik bahwa semakin tua umur buah tampak lignifikasi lapisan sklerotik semakin intensif (Gambar 1). Sebaliknya terdapat kecenderungan penurunan tingkat

kepadatan jaringan trikoma dan jumlah granula tanin dengan semakin tua umur buah (Tabel 2). Berdasarkan hasil percobaan ini dapat diketahui bahwa perkembangan umur

Tabel 2. Nilai tengah karakteristik sifat ketahanan PBK beberapa klon kakao pada berbagai stadia perkembangan umur buah

Table 2. Mean of the pod characteristics related to CPB resistance of cocoa clones at the stage of pod development

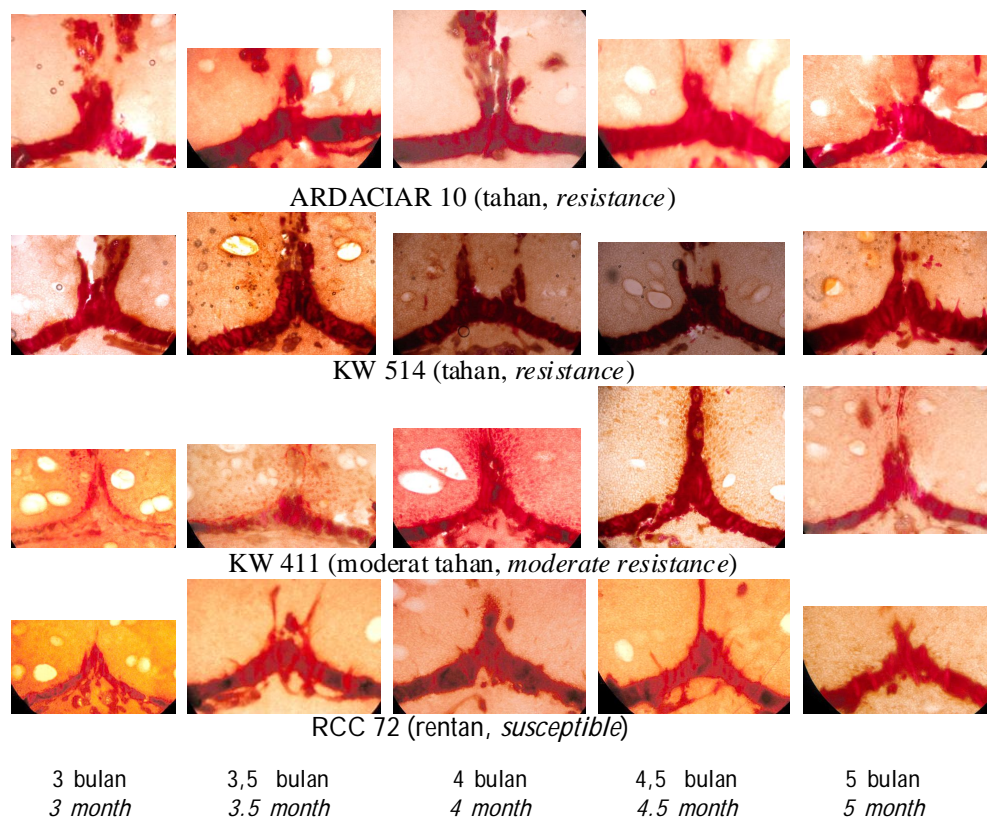
Klon <i>Clone</i> <sup>1)</sup>	Umur buah dalam bulan ( <i>Pod age in month</i> ) <sup>2)</sup>					Rerata klon <i>Mean of clone</i>
	3	3.5	4	4.5	5	
Kepadatan jaringan trikoma per mm ( <i>Trichome density per mm</i> )						
ARDACIAR 10 (R)	6.39 b	6.09 a	5.67 a	4.00 a	5.61 a	5.55 b
KW 514 (R)	5.22 b	5.91 a	5.18 a	4.47 a	3.56 a	4.87 b
KW 411 (MR)	11.17 a	7.22 a	7.61 a	4.61 a	5.11 a	7.14 a
RCC 72 (S)	5.27 b	4.58 a	5.17 a	5.67 a	3.66 a	4.86 b
Rerata umur <i>Mean of pod age</i>	7.0	5.95	5.90	4.68	4.48	
Jumlah granula tanin per mm <sup>2</sup> <i>Number of the granule of tannin per mm<sup>2</sup> through mesocarp</i>						
ARDACIAR 10 (R)	0.68 b	0.57 b	0.67 c	0.55 b	0.54 c	0.61 b
KW 514 (R)	1.60 a	1.18 a	1.22 a	0.87 a	0.72 b	1.11 a
KW 411 (MR)	1.43 a	1.48 a	0.90 b	0.87 a	0.96 a	1.13 a
RCC 72 (S)	0.48 b	0.39 b	0.40 d	0.42 b	0.39 d	0.42 c
Rerata umur <i>Mean of pod age</i>	1.05	0.90	0.80	0.67	0.65	
Ketebalan lapisan sklerotik pada alur primer dalam satuan mm <i>Thickness of sclerotic layer at primary furrow in mm</i>						
ARDACIAR 10 (R)	1.62 a	1.32 a	1.54 a	1.61 a	1.22 a	1.46 a
KW 514 (R)	1.40 a	1.39 a	1.39 ab	1.29 ab	1.71 a	1.44 a
KW 411 (MR)	0.75 b	0.68 a	0.81 b	0.79 b	0.44 b	0.69 b
RCC 72 (S)	0.82 b	1.42 a	1.39 ab	1.51 a	1.44 a	1.32 a
Rerata umur <i>Mean of pod age</i>	0.45	0.44	0.44	0.44	0.42	
Ketebalan lapisan sklerotik pada ruas antara alur primer dalam satuan mm <i>Thickness of sclerotic layer at the node between primary furrow in mm</i>						
ARDACIAR 10 (R)	0.46 b	0.45 a	0.41 a	0.41 a	0.44 ab	0.43 b
KW 514 (R)	0.57 a	0.48 a	0.47 a	0.31 a	0.53 a	0.50 a
KW 411 (MR)	0.39 bc	0.46 a	0.46 a	0.38 a	0.37 b	0.41 b
RCC 72 (S)	0.36 c	0.43 a	0.44 a	0.42 a	0.45 ab	0.42 b
Rerata umur <i>Mean of pod age</i>	1.30	1.28	1.21	1.20	1.15	

Keterangan (note): <sup>1)</sup> simbol klon adalah (*clone's symbols*) R = tahan (*resistance*), MR = moderat tahan (*moderate resistance*), S = rentan (*susceptible*), <sup>2)</sup> angka dalam kolom umur yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji beda nyata terkecil pada  $\alpha = 5\%$  (*the number in column of pod age with same letter are not significant different by least significant different test at  $\alpha = 5\%$* ).

buah berpengaruh terhadap karakteristik sifat-sifat penanda ketahanan PBK pada klon-klon materi percobaan.

Berdasarkan pemisahan nilai tengah jenis klon terdapat perbedaan nyata karakteristik sifat-sifat ketahanan PBK antarklon yang diuji (Tabel 2). Perbedaan karakteristik tersebut mencerminkan perbedaan karakteristik respons ketahanan PBK yang selaras dengan publikasi sebelumnya (Susilo *et al.*, 2007). KW 411 yang

dilaporkan menunjukkan karakteristik jumlah lubang masuk larva relatif rendah memiliki tingkat kepadatan trikoma yang tertinggi (7,14/mm). Demikian juga KW 411 dan KW 514 menunjukkan jumlah granula tanin yang lebih tinggi dibandingkan ARDACIAR 10 dan RCC 72. Ketebalan lapisan sklerotik pada alur primer klon-klon tahan tampak berbeda dengan klon moderat tahan yang sebelumnya dianggap sebagai karakteristik pembeda antara klon tahan dan moderat



Gambar 1. Keragaan visual pengaruh perkembangan umur buah terhadap intensitas lignifikasi jaringan sklerotik buah beberapa klon kakao dengan respons ketahanan PBK (perbesaran 4 x 10).

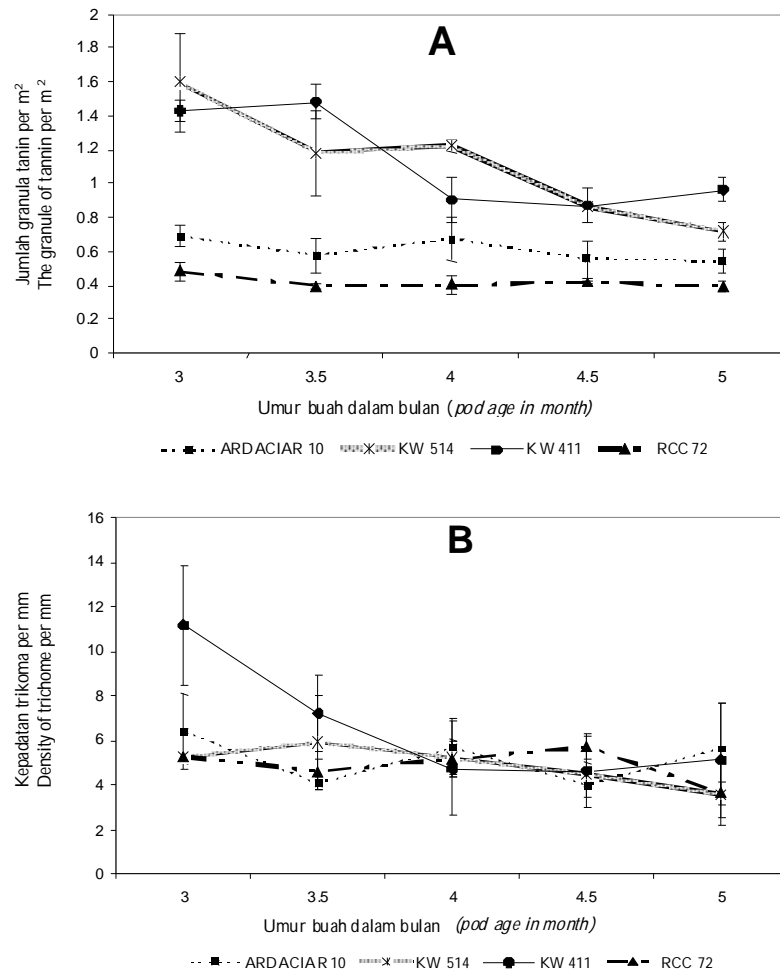
Figure 1. Visual performance of the effect of cocoa pod development on lignification intensity at sclerotic layer of cocoa clones with different response to CPB infestation (magnified by 4 x 10).

tahan. Meskipun ketebalan lapisan sklerotik pada alur primer antara klon tahan dan rentan tidak berbeda nyata namun secara kualitatif tampak jaringan klon tahan lebih kompak dibandingkan klon rentan (Gambar 1).

Pengaruh perkembangan umur buah terhadap sifat-sifat ketahanan PBK tersebut mengikuti pola kurva linier. Keragaan granula tanin secara nyata mengikuti kurva linier dengan persamaan  $Y_{(tanin)} = 1,12 - 0,10 X_{(umur\ buah)}$ , dan keragaan jaringan trikoma tampak juga cenderung semakin menurun dengan semakin tua umur buah. Secara kualitatif perkembangan umur buah berpengaruh terhadap peningkatan intensitas lignifikasi lapisan sklerotik (Gambar 1). Kecenderungan penurunan jumlah granula tanin tersebut tampak hanya terjadi pada KW 411 dan KW 514 dengan jumlah granula tanin yang tinggi (Gambar 2). Penurunan tersebut mulai terjadi saat umur buah 3,5 – 4,0 bulan sehingga dapat diketahui bahwa ekspresi optimal jumlah granula tanin terjadi saat buah masih muda. Demikian juga tampak bahwa ekspresi kepadatan jaringan trikoma tertinggi pada KW 411 terjadi saat umur buah 3,0 bulan. Lignifikasi lapisan sklerotik klon-klon tahan, ARDACIAR 10 dan KW 514 tampak sudah mulai terjadi saat buah umur 3,0 bulan atau lebih awal dibandingkan KW 411 yang bersifat moderat tahan. Intensitas lignifikasi klon-klon tahan tersebut tampak lebih intensif dan jaringannya tampak lebih kompak dibandingkan KW 411 dan klon RCC 72. Hasil percobaan ini menunjukkan bahwa ekspresi optimal karakteristik sifat-sifat ketahanan PBK terjadi saat buah masih muda.

Hasil studi preferensi peletakan telur PBK pada berbagai kondisi umur buah dan jenis klon kakao yang dilaporkan Sartika (2008) menunjukkan terdapat variasi tingkat preferensi peletakan telur berdasarkan jenis klon dan kondisi umur buah. Hasil studi tersebut menyebutkan bahwa tingkat preferensi maksimal terjadi saat umur buah 2–4 bulan sehingga ekspresi maksimal karakteristik sifat ketahanan PBK yang terjadi saat buah masih muda (< 4 bulan) sebagai cerminan ekspresi ketahanan PBK. Disebutkan juga bahwa preferensi peletakan telur pada klon Catango atau KW 411 (pengkodean Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia) relatif rendah dibandingkan macam klon lainnya maka dapat diduga bahwa tingkat kepadatan jaringan trikoma KW 411 yang relatif tinggi berperan penting dalam mekanisme ini. Dalam hal ini fungsi jaringan trikoma dalam mekanisme *antixenosis* ketahanan hama telah dilaporkan (Sharma, 1998; Nahdy *et al.*, 1999; Indrayani, 2008).

ARDACIAR 10 meskipun diklasifikasikan tahan PBK namun dilaporkan bahwa jumlah lubang masuk larva yang ditemukan relatif sama dengan RCC 72 yang bersifat rentan (ACIAR, 2006). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kepadatan jaringan trikoma ARDACIAR 10 dan RCC 72 tidak berbeda nyata, demikian juga jumlah granula tanin ARDACIAR 10 meskipun lebih tinggi dibandingkan RCC 72 namun masih lebih rendah dibandingkan KW 514 dan KW 411. Berdasarkan hasil ini dapat diduga bahwa ketahanan ARDACIAR 10 kurang melibatkan mekanisme yang terkait dengan



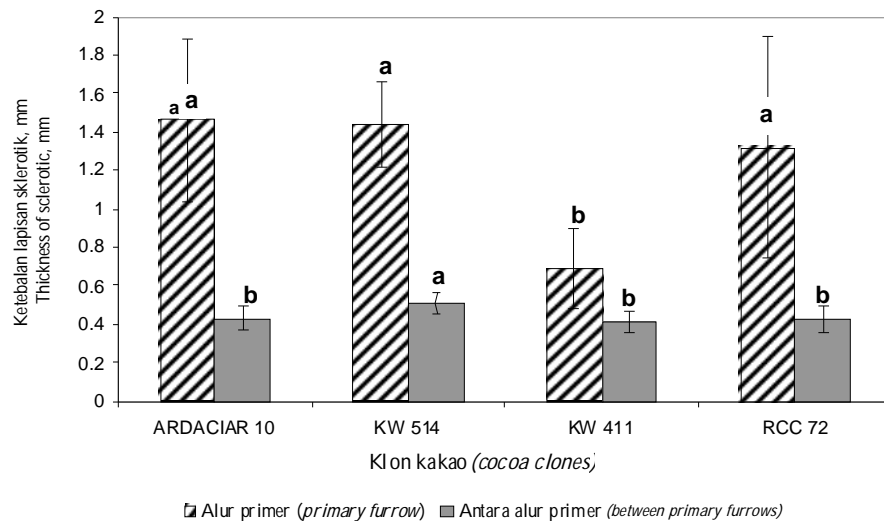
Gambar 2. Pengaruh perkembangan umur buah terhadap jumlah trikoma pada permukaan kulit buah (A) dan jumlah granula tanin yang terdistribusi pada jaringan mesokarp (B) (bar menunjukkan standar deviasi rerata).

Figure 2. The effect of cocoa pod development on trichome density at upper layer of pod (A) and number of the granule of tannin through mesocarp (B) (bars indicate standard deviation of mean).

kepadatan jaringan trikoma dan granula tanin pada jaringan mesokarp. Hasil studi Sartika (2008) menyebutkan bahwa tingkat kematian larva pada lapisan mesokarp Catongo (KW 411) lebih tinggi dibandingkan Aryadi 2 atau ARDACIAR 10 (pengkodean Pusat Pene-

litian Kopi dan Kakao Indonesia) dan sebaliknya tingkat kematian larva pada lapisan sklerotik klon Aryadi 2 adalah yang tertinggi hingga mencapai 61%. Hal ini menunjukkan adanya keterkaitan dengan kandungan granula tanin KW 411 yang





Gambar 3. Ketebalan lapisan sklerotik pada alur primer dan bagian di antara alur primer beberapa klon kakao dengan respons ketahanan PBK berbeda (bar menunjukkan standar deviasi rerata).

Figure 3. Thickness of sclerotic layer at primary furrow (PF) and node between PF among cocoa clones which have different response to CPB infestation (bars indicate standard deviation of mean).

relatif tinggi dan lignifikasi lapisan sklerotik ARDACIAR 10 yang lebih intensif. Dengan demikian dapat diketahui bahwa lignifikasi lapisan sklerotik lebih berperan penting dalam mekanisme ketahanan ARDACIAR 10.

Berdasarkan hasil percobaan ini diketahui bahwa faktor yang terlibat dalam mekanisme ketahanan PBK relatif kompleks. Tingkat kepadatan jaringan trikoma pada permukaan kulit buah dan granula tanin pada lapisan mesokarp berperan penting dalam mekanisme *antixenosis* dan mekanisme antibiosis pada lapisan mesokarp namun tingkat penghambatan pada lapisan sklerotik tampak lebih berperan penting dalam ketahanan PBK. Hasil percobaan menunjukkan bahwa

KW 411 meskipun memiliki tingkat kepadatan jaringan trikoma dan jumlah granula tanin yang tinggi namun tingkat ketahanannya lebih rendah dibandingkan ARDACIAR 10. Dalam hal ini KW 411 menunjukkan lignifikasi lapisan sklerotik yang kurang intensif (Gambar 1) dan secara kuantitatif tingkat ketebalan lapisan sklerotik di bagian alur primer lebih rendah dibandingkan klon-klon lain termasuk RCC 72 yang bersifat rentan (Gambar 3).

Percobaan ini memperoleh hasil adanya fenologi perkembangan umur buah yang berpengaruh nyata terhadap keragaan sifat-sifat ketahanan PBK. Ekspresi sifat-sifat ketahanan PBK saat kondisi buah masih muda merupakan bagian mekanisme

ketahanan tanaman sebab proses infestasi PBK sudah terjadi sejak kondisi buah masih muda. Kondisi umur buah 3–4 bulan merupakan saat optimal ekspresi sifat-sifat ketahanan PBK tersebut sebab jumlah granula tanin dan intensitas lignifikasi lapisan sklerotik yang tinggi terjadi saat kondisi umur buah < 4 bulan, serta terdapat hubungan positif nyata antara jumlah granula tanin saat kondisi umur buah 3,0 bulan dengan jumlah granula tanin saat kondisi umur buah 3,5 bulan ( $r = 0,89$ ) dan jumlah granula tanin saat kondisi umur buah 4,0 bulan ( $r = 0,90$ ). Demikian juga tingkat kepadatan jaringan trikoma tertinggi dijumpai saat kondisi umur buah 3,0 bulan. Informasi ini selanjutnya dapat dimanfaatkan dalam proses penentuan kriteria seleksi ketahanan PBK.

## KESIMPULAN

1. Perkembangan umur buah kakao berpengaruh nyata terhadap keragaan jumlah granula tanin, dan secara kualitatif dapat dideskripsikan pengaruhnya terhadap intensitas lignifikasi lapisan sklerotik buah. Lignifikasi lapisan sklerotik semakin intensif seiring perkembangan umur buah. Keragaan jumlah granula tanin KW 514 dan KW 411 menurun secara linier seiring perkembangan umur buah, dan penurunan tersebut mulai terjadi saat kondisi umur buah 3,5–4,0 bulan. Tingkat kepadatan jaringan trikoma cenderung semakin menurun dengan semakin meningkatnya umur buah. Kepadatan jaringan trikoma KW 411 tertinggi terjadi saat kondisi umur buah 3,0 bulan, yaitu 11,17 per mm kemudian kepadatan jaringan trikoma

tersebut tidak berbeda nyata antar klon. Hasil percobaan ini menunjukkan bahwa ekspresi sifat-sifat ketahanan PBK terjadi saat kondisi buah masih muda pada kisaran umur 3,0–4,0 bulan.

2. Klon-klon dengan karaktersitik ditemukan lubang masuk larva relatif rendah, KW 514 dan KW 411 menunjukkan jumlah granula tanin tertinggi, yaitu 1,13 dan 1,11 per mm<sup>2</sup>, sedangkan KW 411 memiliki kepadatan jaringan trikoma tertinggi, yaitu 7,14 per mm. Klon tahan ARDACIAR 10 menunjukkan intensitas lignifikasi lapisan sklerotik yang tinggi sejak kondisi umur buah 3,0 bulan dan memiliki ketebalan lapisan sklerotik pada bagian alur primer relatif tinggi, yaitu 1,46 mm. Perbedaan keragaan sifat-sifat ketahanan PBK antarklon ini menunjukkan bahwa mekanisme ketahanan PBK melibatkan beberapa faktor yang dapat berperan dalam mekanisme *antixenosis* dan antibiosis.

## DAFTAR PUSTAKA

- ACIAR (2006). Selection for improved quality and resistance of *Phytophthora* pod rot, cocoa pod borer, and vascular streak dieback in cocoa in Indonesia. *Australian Center for International Agricultural Research project no. PHT/2000/102*. Annual report.
- Azhar, I. (2000). Measuring ovipositional preference of the cocoa pod borer, *Conopomorpha cramerella* (Lepidoptera: Gracillariidae) to various cocoa clones. p. 57–59. *In*: C.L. Bong; C.H. Lee & F.S. Shari (Eds.). *Proceedings of*

- Incoped 3<sup>rd</sup> International Seminar, Malaysian Cocoa Board.*
- Day, R.K. (1986). Population dynamics of cocoa podborer *Acrocercops cramerella*: Importance of host plant cropping cycle. p. 255—263. *In* : Pusparajasah, E. & P.S Chew (Eds.). *Cocoa and Coconuts: Progress and outlook*. Incorporated Society of Planters. Kuala Lumpur.
- Damon, A. (2000). A review of the biology and control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). *Bulletin of Entomological Research*, 90, 453—465.
- Giordanengo, P.; Luc O. Brun; B. Frerot (1993). Evidence for allelchemical attraction of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*, by coffee berries. *J. of Chemical Eco.* 19, 763—769.
- Indrayani, I.G.A.A. (2008). Peranan morfologi tanaman untuk mengendalikan pengisap daun, *Amrasca biguttula* (Ishida) pada tanaman kapas. *Perspektif*, 7, 47—54.
- Nahdy, M.S.; S.N. Silim & R.H. Ellis (1999). Some aspects of pod characteristics predisposing pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) to infestation by *Callosobruchus chinensis* (L.). *Journal of Stored Products Research*, 35, 47—55.
- Sartika, V. (2008). *Peran Morfologi dan Anatomi Buah Terhadap Peletakan Telur dan Kehidupan Larva Hama Penggerek Buah Kakao (Conopo-morpha cramerella Snell.)*. Disertasi. Universitas Hasanuddin, Makasar, 108 hlm.
- Sharma, H.C. (1998). Binomics, host plant resistance, and management of the legume pod borer, *Maruca vitrata*—a review. *Crop Protection*, 17, 373—386.
- Susilo, A.W.; W. Mangoendidjojo & Witjaksono (2007). Hubungan karakteristik jaringan kulit buah beberapa klon kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan sifat ketahanan terhadap hama penggerek buah kakao. *Pelita Perkebunan*, 23, 159—175.

\*\*\*\*\*